

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **167 476** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G01N 13/02 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса:
27.07.2018)
Пошлина: учтена за 2 год с 09.12.2016 по 08.12.2017

(21)(22) Заявка: [2015152653](#), 08.12.2015(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.12.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.12.2015

(45) Опубликовано: [10.01.2017](#) Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2531039 C1 20.10.2014; RU
149156 U1 20.12.2014; RU 2459194 C2
20.08.2012; CN 1591016 A 09.03.2005.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УрФУ, Центр интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Вьюхин Владимир Викторович (RU),
Цепелев Владимир Степанович (RU),
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(54) Устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических
расплавов

(57) Реферат:

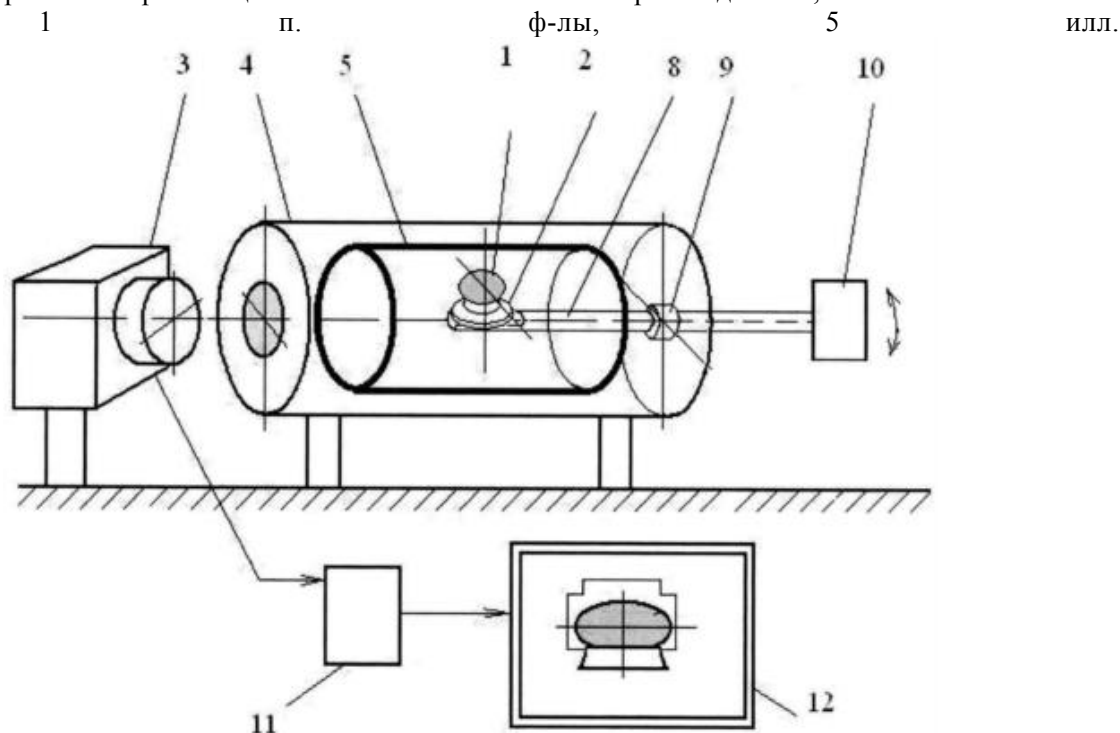
Полезная модель относится к технической физике, а именно к определению физических параметров металлических расплавов методом геометрии «большой капли», а именно путем измерения геометрических характеристик силуэта лежащей на подложке эллипсовидной капли расплавленного образца посредством фотообъеметрии. и может быть использована в исследованиях, на предприятиях промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах.

Задачей полезной модели является определения параметров силуэта подложки посредством использования фотоизображения шаблона, уменьшение субъективности и обеспечение продолжения эксперимента без его срыва при смещении шлака на край подложки.

Полезная модель отличающаяся тем, что введен шаблон, который размещен на подложке преимущественно в фокальной плоскости в виде проволоочной рамки из тугоплавкого металла.

Технический результат - уменьшение субъективности в проведении и результатах эксперимента, возможность не прерывать эксперимент и получение набора параметров фотоизображения, необходимых и достаточных для последующего

определения плотности и поверхностного натяжения исследуемого металлического расплава при смещении капли и/или шлаков на край подложки,



Полезная модель относится к технической физике, а именно к анализу материалов, в частности, к определению физических параметров преимущественно высокотемпературных металлических расплавов методом геометрии «большой капли», а именно путем измерения геометрических характеристик силуэта лежащей на подложке эллипсовидной капли расплавленного образца посредством фотообъемометрии. Полезная модель может быть использована в исследованиях, на предприятиях промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах.

Известно устройство для определения плотности и поверхностного натяжения образца - капли металлического расплава с известной массой, равной 10-40 граммов («большой капли»), лежащей на подложке, размещенной на конце штока в высокотемпературной зоне электропечи, заполненной инертным газом, на основе фотометрической объемометрии. Его используют для измерения параметров эллипсоида капли, его контура (силуэта) и подложки, по горизонтальным и вертикальным координатам которых проводят масштабирование, обмер силуэта капли расплава на фотоизображении и дальнейшего вычисления объема капли (см. Филиппов С.И. и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов». Металлургия, М. 1968 г., стр. 266 ч 272 - аналог). При этом наличие гелиевой атмосферы внутри электропечи с давлением, равным атмосферному, предохраняющей образец как от загрязнения газами воздуха, так и от вскипания расплава, горизонтальная установка подложки, на которой помещают каплю в зоне нагрева печи, чистая поверхность образца расплавленной капли, эллиптическая форма ее силуэта, его симметрия, строгая окружность в основании капли являются необходимыми условиями применения метода «большой капли».

Известно устройство определения плотности высокотемпературных многокомпонентных металлических расплавов с использованием капельного образца расплава известной массы, лежащего на подложке, закрепленной на одном из концов регулируемого штока в электропечи горизонтального типа, узел изменения положения подложки, компьютер и расположенный вне электропечи соосный ей фотоприемник, дисплей с изображением эллипсовидного силуэта капли образца расплава, по которому определяют объем, плотность и поверхностное натяжение капли - см. пат. РФ №2459194 - аналог.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели по технической сущности и достигаемому результату является устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее подложку, закрепленную на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи и выполненную с возможностью размещения на ней капельного образца расплава известной массы, узел изменения положения подложки, фотоприемник - см. пат. РФ №2531039 - прототип.

Для ряда металлических сплавов при их нагреве характерно выделение жидкой шлаковой фазы. В частности, это наблюдают у некоторых марок трубной стали. При измерении плотности и поверхностного натяжения расплава методом лежащей капли наблюдают первоначальное выделение шлаковой жидкости. Затем при плавлении металлического образца образуется капля расплава, а на верхнем крае подложки начинает накапливаться пояс жидкого шлака. Со временем количество шлака растет и может происходить его перелив по боковой поверхности подложки. При этом на фотоизображении он может закрыть собой верхние углы силуэта подложки. Возникает необходимость уточнения координат этих практически замаскированных характерных угловых точек, в противном случае возможна остановка эксперимента и его срыв. Кроме того, возникают ситуации со сползанием поверхностных пленок разного происхождения, появляющихся на капле расплава, на край подложки, при этом также возникает перекрытие вышеуказанных характерных угловых точек. В таких условиях возрастает субъективность оценки дальнейшего хода эксперимента и влияние уровня квалификации исследователя на конечные результаты.

Недостатком аналогов и прототипа является то, что при смещении на фотоизображении силуэта капли расплава со шлаком на силуэт края подложки возрастает субъективность оценки дальнейшего хода эксперимента и его результатов. Не обеспечены определение координат фотоизображения верхнего края подложки, продолжение эксперимента без его срыва, и возможность на основе этих координат текущей регулировки горизонтальности подложки во время эксперимента. Таким образом, не обеспечена точность результатов по определению параметров силуэта, объема и, в итоге, плотности и поверхностного натяжения исследуемого расплава.

Задачей предлагаемой полезной модели является обеспечение определения параметров фотоизображения силуэта подложки при смещении на фотоизображении силуэта капли расплава на силуэт края подложки, определение координат фотоизображения верхнего края подложки и возможность на основе этих координат текущей регулировки горизонтальности подложки во время эксперимента, уменьшение субъективности оценки дальнейшего хода эксперимента и полученных результатов, обеспечение продолжения эксперимента без его прерывания. Это обеспечивает повышение точности результатов по определению параметров силуэта капельного образца расплава, вычисления его объема, а в конечном итоге плотности и поверхностного натяжения исследуемого расплава.

Для решения поставленной задачи предлагается полезная модель - устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов.

1. Устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее подложку, закрепленную на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи и выполненную с возможностью размещения на ней капельного образца расплава известной массы, узел изменения положения подложки, фотоприемник, отличающееся тем, что в него введен шаблон, который размещен на вышеуказанной подложке.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шаблон размещен в фокальной плоскости фотоизображения;

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шаблон выполнен в виде проволочной рамки из тугоплавкого металла, например, молибдена;

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шаблон имеет форму многоугольника с прямыми углами;

5. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон обладает серповидной опорной поверхностью.

Технические решения, содержащие вышеуказанные совокупности ограничительных и отличительных признаков, обеспечивают достижение технического результата - уменьшение степени субъективности в проведении и полученных результатах эксперимента, осуществление возможности не прерывать эксперимент и обеспечение получения набора параметров фотоизображения, необходимых и достаточных для последующего определения плотности и поверхностного натяжения исследуемого металлического расплава при смещении шлаков на край подложки, а в конечном итоге повышение достоверности и точности измерения плотности и поверхностного натяжения изучаемого образца металлического расплава. Кроме того, обеспечивается возможность текущей регулировки в ходе эксперимента горизонтальности подложки посредством контроля горизонтальных и вертикальных компонентов фотоизображения шаблона, что расширяет функциональные возможности устройства.

Такое техническое решение при достижении вышеописанного технического результата позволяет считать его имеющими уровень полезной модели.

Предлагаемая полезная модель поясняется чертежами:

- фиг. 1 - блок - схема измерительного комплекса;
фиг. 2 - схема размещения шаблона на подложке;
фиг. 3 - фотоизображение капли расплава трубной стали на подложке, 8 минута нагрева при $t=1580^{\circ}\text{C}$, идет накопление внизу капли шлакового ободка;
фиг. 4 - фотоизображение капли расплава трубной стали на подложке при $t=1590^{\circ}\text{C}$, с накопившимся на верхнем крае подложки и перелившимся по боковой поверхности подложки жидким шлаком;
фиг. 5 - фотоизображение капли расплава на подложке при $t=1620^{\circ}\text{C}$ со сползающими по поверхности капли расплава окисными пленками.

Устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов содержит измерительный комплекс - см. фиг. 1, 2, в котором находятся: изучаемый капельный образец расплава фиксированной массы 1, расположенный на срезе подложки 2, фотоприемник 3, соосный с электропечью 4, коаксиальный цилиндрический электронагреватель 5, шаблон 6 с опорной серповидной поверхностью 7, размещенный на подложке 2, регулируемый шток 8 с закрепленной на одном из его концов цилиндрической подложкой 2, другой конец которого через вакуумный уплотнительный узел 9 соединен с узлом изменения положения подложки 10, компьютер 11, на дисплей 12 которого выведено изображение капельного образца расплава фиксированной массы 1, подложки 2 и шаблона 6 с опорной серповидной поверхностью 7.

Подложка 2 выполнена в виде усеченного конуса с симметричным дублированием из высокотемпературной керамики, например, бериллиевой BeO . Фотоприемник 3 - телекамера 3372P Sanyo, коаксиальный цилиндрический электронагреватель 5 выполнен из листового молибдена. Шаблон 6 с опорной серповидной поверхностью 7 выполнен из молибденовой проволоки МЧ (99,9%) диаметром 1 мм. Форма шаблона 6 представляет собой многоугольник, состоящий предпочтительно из горизонтальных и вертикальных частей - фрагментов, расположенных над серповидной поверхностью 7. Форма шаблона 6 содержит по меньшей мере два прямых угла, расстояние между вершинами которых 13 равно диаметру 14 верхнего края подложки 2 и которые находятся над изучаемым образцом фиксированной массы 1 преимущественно в фокальной плоскости фотоизображения. Регулируемый шток 8 с внешним диаметром 10 мм выполнен из молибденовой трубы и содержит на одном из концов горизонтальный срез, на котором размещена подложка 2. Вакуумный уплотнительный узел 9 сделан из вакуумной резины и соединен с узлом изменения положения подложки 10, выполненным в виде исполнительного устройства с шаговыми двигателями.

Определение плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов посредством предлагаемой полезной модели осуществляют следующим образом: подготавливают изучаемый образец фиксированной массы 1, равной $10\div 40$ граммов, который размещают в углублении подложки 2. Затем на подложку 2 помещают шаблон 6 с опорной серповидной поверхностью 7, которая охватывает основание конической части подложки 2. Подложку 2 помещают на вышеуказанный срез регулируемого штока 8. При этом регулируют шаблон 6 таким образом, чтобы он был перпендикулярен горизонтальной оси регулируемого штока 8, в этом случае шаблон 6 находится в фокальной плоскости фотоизображения. Регулируют шаблон 6, если это требуется, небольшим горизонтальным смещением боковых сторон шаблона 6 или опорной серповидной поверхности 7 таким образом, чтобы проекции верхней части вертикальных частей - фрагментов 15 и 16 шаблона 6 совпадали с силуэтом верхнего края подложки 2.

Подложку 2 с изучаемым образцом фиксированной массы 1 и шаблоном 6 с опорной серповидной поверхностью 7 помещают на один из концов горизонтального регулируемого штока 8, который вводят в коаксиальный цилиндрический электронагреватель 5. Регулируют положение штока 8 и таким образом - горизонтальность подложки 2, проверяют положение шаблона 6 посредством фотоизображения на дисплее 12, полученном с помощью фотоприемника 3, соосного с высокотемпературной зоной электропечи 4 горизонтального типа. При этом наблюдают на дисплее 12 компьютера 11 изучаемый образец 1 на подложке 2 и шаблон 6. После окончания регулировок электропечь 4 закрывают, из нее откачивают воздух и закачивают гелий. Включают электропечь 4 и начинают эксперимент, при этом наблюдают на дисплее 12 все стадии эксперимента.

Необходимо отметить, что тепловой коэффициент расширения ТКР подложки 2 из высокотемпературной керамики, например, бериллиевой BeO , составляет $2,2\cdot 10^{-5}$ град. $^{-1}$, а для шаблона 6 с опорной серповидной поверхностью 7 выполненного из молибдена ТКР составляет $5,2\cdot 10^{-6}$ град. $^{-1}$, т.е. составляет $\frac{1}{10}$ от ТКР подложки 2.

Таким образом, даже при предельной температуре $t_{\max}=2000^{\circ}\text{C}$ внутри коаксиального цилиндрического электронагревателя 5, суммарная температурная погрешность координат молибденового шаблона 6 с опорной серповидной поверхностью 7 во всем предельном температурном диапазоне (2000°C) составляет $\Delta_t \leq 1\%$. При диаметре 14 края подложки 2 равном $D=13\text{ mm}$, и аналогичном расстоянии 13 между вертикальными фрагментами 15 и 16 прямых углов шаблона 6, погрешность Δ фотоопределения вертикальных координат краев подложки 2 во всем предельном температурном диапазоне (2000°C) составляет $\Delta \leq 0,13\text{ mm}$, т.е. величину, которой можно пренебречь, по меньшей мере в сравнении с вкладом погрешности из-за ТКР подложки 2.

Фотоизображения изучаемых образцов различных расплавов 1 на подложке 2 приведены на фиг. 3 ÷ фиг. 5. Например, в эксперименте по измерению плотности изучаемого образца 1 расплава технического железа видно первоначальное выделение шлаковой жидкости. Затем образуется капля расплава 1, а на верхнем крае подложки 2 начинает накапливаться пояс жидкого шлака 17 - см. фиг. 3. Со временем количество шлака растет и может произойти его перелив 18 через край по боковой поверхности подложки 2 - см. фиг. 4. Перелив шлака 18 может маскировать на фотоизображении верхние углы силуэта подложки 2 как справа, так и слева. Аналогичные ситуации могут возникнуть при сползании поверхностных пленок 19, появляющихся на капле расплава 1, на край подложки 2 - см. фиг. 5. Эти эксперименты подтверждают необходимость определения координат замаскированных углов силуэта подложки 2, для уменьшения влияния как субъективности, так и уровня квалификации исследователя на конечные результаты эксперимента, а также избежать срыва эксперимента

Формула полезной модели

1. Устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее подложку, закрепленную на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи и выполненную с возможностью размещения на ней капельного образца расплава известной массы, узел изменения положения подложки, фотоприемник, отличающееся тем, что в него введен шаблон, который размещен на вышеуказанной подложке.
2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шаблон размещен в фокальной плоскости фотоизображения.
3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шаблон выполнен в виде проволочной рамки из тугоплавкого металла, например молибдена.
4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что шаблон имеет форму многоугольника с прямыми углами.
5. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон обладает серповидной опорной поверхностью.

ИЗВЕЩЕНИЯ

Дата прекращения действия патента: **09.12.2017**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **26.07.2018**

Дата публикации и номер бюллетеня: **26.07.2018 Бюл. №21**